: https://dx.doi.org/10.22067/jgrd.2022.76683.1145
مقالهٔ پژوهشی – مطالعه موردی

مجلّهٔ جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای، سال بیستم، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۴۰۱، شمارهٔ پیاپی ۳۹

شناسایی معابر گذر فعال پیاده به‌منظور بهسازی مسیرهای فعال پیاده‌روی کلان‌شهر مشهد با استفاده از ابزار تحلیل شبکهٔ شهری (UNA)

الیا وطن‌پرست (دانشجوی دکتری علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران)
evatanparast@ yahoo.com
شعبان شتایی جویباری (استاد جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، نویسنده مسئول)
shataee@gau.ac.ir
عبدالرسول سلمان ماهینی (استاد محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران)
mahini@gau.ac.ir

صص ۲۵۲ ـ ۲۲۳

چکیده

پیاده‌راه ابزاری مرتبط با سلامت اجتماعی، سبک زندگی شهری، اقتصاد شهری و کیفیت محیطی است. امروزه این فضاهای شهری با اهدافی نظیر ایجاد مقیاس انسانی، افزایش پویایی و تعاملات اجتماعی، مسائل محیطزیستی، سلامت فردی و اجتماعی، ایجاد شادابی و جذب توریسم، بسیار مدنظر صاحب‌نظران برنامه‌ریزی شهری قرار گرفته است. در دهه اخیر در کلان‌شهر مشهد با توجه به مسائلی چون افزایش جمعیت، توریسم، رشد شتابان تعداد خودروها، افزایش آلاینده‌های محیط-زیستی ناشی از حمل و نقل و درنهایت، افزایش آمار کم‌تحرکی شهروندان، نیاز به حمایت از حمل و نقل پاک، انسان‌محور و ایجاد محورهای پیاده مطلوب و سازگار با محیط‌زیست احساس می‌شود که می‌تواند در ارتقای فضاهای باز پیاده محور نقش

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲٤ تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۰٦/۲۸

بسزایی داشته باشد. در تحقیق پیش‌رو سعی شده است مناطق جاذب سفر از منظر شهروندان بررسی شود و درنهایت مسیرهای فعال پیاده‌محور برای بهسازی و بهبود کیفیت به‌منظور کمک به جنبش پیاده‌گستری و انسان‌محور کردن سیمای کلبدی شهر معرفی شود. به این منظور با استفاده از پرسشنامه و نظرات جامعه شهروندی و روش‌های تجزیه تحلیل و وزن‌دهی SAW وAHP و مدل تحلیل شبکه شهری UNA، به شناسایی محورهای پیاده‌روی فعال و جاذب سفر پرداخته شد. نتایج نشان می‌دهد، حدود ۱۵ درصد از پیاده‌راه‌های محورهای اصلی شهری دارای قابلیت جذب سفرهای پیاده و جنبه عملکردی مطلوب هستند که در صورت ایجاد یک محور پیاده مطلوب می‌توان در جهت ارتقای سیمای کالبدی، معنایی و انسان‌محور کردن این کلان‌شهر گام مؤثری برداشت. همچنین می‌توان از نحوه به‌کارگیری مدل UNA در مطالعه پیش‌رو در ارزش‌گذاری و وزن‌دهی ساختمآن‌ها و کاربری‌های شهری برای مدیریت، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری طرح‌های کلان‌شهری بهره برد.
کلیدواژه‌ها: مدل تحلیل شبکه شهری، پیاده‌راه فعال، مشهد، شهر انسان‌محور، مطلوبیت عملکردی پیاده‌راه.

۱. مقدمه

در طول دهه‌های گذشته، اتکای بیش از حد شهرسازی مدرن به نیازهای حرکت سواره و غفلت از حفظ و ساماندهی فضاهای پیاده، انتقادات زیادی را از سوی صاحب‌نظران مسائل شهری را درمورد شهرسازی مدرن مطرح کرده است (قربانی و جام کسری، ۱۳۸۹، ص. ٥٦). مشکلاتی از قبیل بی‌توجهی به نقش اجتماعی و اقتصادی، معماری خیابآن‌ها و غفلت از حرکت پیاده، آلودگی‌های محیطزیست شهری، دشواری رفت‌وآمد، افت کیفیت فضاهای شهری، افول ارزش‌های بصری و مشکلاتی از این قبیل برخلاف ایده شهرهای انسان‌محور است (روستایی و ناصری، ۱۳۹۸، ص. ۱۲٤). از راهکارهایی که برای طرح شهر مطلوب شهروندان در برابر اوضاع نابسامان شهرسازی مدرن، در عرصه شهرسازی جهان مطرح شده است، می‌توان به «جنبش پیاده‌گستری» اشاره کرد. (قربانی و جام کسری، ۱۳۸۹، ص. ٥٦). این جنبش به‌نوعی از بطن نوشهرگرایی برخاسته است و بر لزوم طراحی و برنامه‌ریزی

فضاهای آمد و شد عابران پیاده در حداکثر راحتی و ایمنی درطول سفرهای روزمره تأکید می‌کند (مونترو و کمپوس[1]، ۲۰۱۲، ص. ٦۳۸). جنبش پیاده‌مداری که هدف آن بازیابی و توسعه فضاهای پیاده در سطح شهرها و به رسمیت شناختن و اولویت قائل شدن برای عابران پیاده به‌عنوان عناصر درجه اول شهرهاست، به یکی از محورهای برنامه‌ریزی شهری تبدیل شده و با آغاز هزاره سوم، ضرورت رویکرد مجدد به حرکت پیاده به‌عنوان سالم‌ترین، اقتصادی‌تری و پویاترین روش جابه‌جایی و حمل‌ونقل درون‌شهری مدنظر جدی کارشناسان و مدیران امور شهری قرار گرفته است (غلامی بیمرغ و دهقان جزی، ۱۳۹۸، ص. ۸۰). یکی از نکات بسیار مهم در این جنبش که بر جابه‌جایی ساکنان محلی به‌صورت پیاده یا با استفاده از دوچرخه تکیه دارد، افزایش توان و آمادگی جسمانی و ورزش به‌صورت همگانی و در حین استفاده از خدمات شهری است. این جنبش بر ایجاد بافت شهری با قابلیت اصلی پیاده‌روی ساکنان و تأمین مایحتاج و انجام کارهای روزانه از طریق پیمودن راه به‌صورت پیاده و داشتن مقیاس انسانی تأکید دارد (حسینی، سلطان‌پور، سلیمی و عمادی، ۱۳۹۰، ص. ٤٤).

معرفی جعبه ابزار تحلیل شبکه شهری: چیدمان فضا در مدل تحلیل شبکه شهری، متخصصان طراحی شهری را قادر می‌سازد تا مدلی ایجاد کنند که رفتار در فضاهای شهری را پیش‌بینی کند. از این مدل می‌توان در فرایند طراحی شهری بهره جست و رابطه تعاملی با آن برقرار کرد. محیط شهری ساخته‌شده زمینه‌ای برای وقوع این تعاملات است. یکی از چالش های اصلی در طراحی شهرخوب، به حداکثر رساندن روابط متقابل بین افراد و مکآن‌ها ست. علاوه‌بر فعالیت های اجتماعی، شهرها دارای زیرساخت فیزیکی نیز هستند (نیک‌پور و همکاران، ۱۳۹٦، ص. ۸٦). یک محیط ساخته‌شده پیچیده را می‌توان به سه جزء اساسی تقسیم کرد: «روابطها» یا «لبه‌ها» که نماینده مسیرهایی هستند که سفر در طول آن‌ها می‌تواند رخ دهد؛ «گره‌ها» که نماینده تقاطع و برخورد دو یا چند مسیر یا فضا هستند؛ «ساختمآن‌ها » که اکثر فعالیت‌های انسانی در آن‌ها رخ می دهد و حرکت افراد، اشیا و اطلاعات در آن‌ها آغاز می‌شود و پایان می‌یابد. مشخصات مختلف تحلیل شبکه، مجموعه‌ای از نتایج را ارائه می‌کند که نزدیکی و مجاورت بین افراد و مکآن‌ها را نشان می‌دهد که خود برای تعیین محل یک

1. Monteiro & Campos

تجارت و توضیح الگوهای ترافیکی برای طرح‌های مختلف در بخش‌های گوناگون شهر مهم هستند (دزفولی و فرزادی مقدم، ۱۳۹۷، ص. ۴۲). آزمایشگاه «شکل شهر»[1] جعبه‌ابزار پیشرفته‌ای برای تحلیل شبکه شهری مطرح کرده است. این جعبه ابزار در ArcGIS که در نوع خود نخستین است، برای محاسبه پنج نوع مقیاس تحلیل نموداری در شبکه‌های فضایی دسترسی، جاذبه، بینابینی، نزدیکی و مستقیم بودن استفاده‌شدنی است. این جعبه‌ابزار سه ویژگی مهم را با هم ترکیب می‌کند که آن‌ها را به‌ویژه برای تحلیل فضایی در شبکه‌های خیابانی شهری مناسب می‌کند. نخست اینکه این ابزارها می‌توانند هندسه و توپولوژی را با هم در شبکه‌های دروندادی در نظر گیرند و این کار را یا با استفاده از فاصله متریک (مثلاً چندین متر) یا فاصله توپولوژی (مثلاً چندین پیچ) به‌عنوان امپدانس[2] یا مقاومت در تحلیل انجام می‌دهند؛ دوم اینکه، برخلاف ابزارهای قبلی که با دو عنصر شبکه (یعنی گره و لبه) عمل می‌کردند، ابزارهای UNA یک جزء سوم در شبکه (یعنی ساختمان‌ها) را نیز در بر می‌گیرند که به‌عنوان واحدهای تحلیل فضایی برای تمام مقیاس‌ها به کار می‌روند؛ سوم اینکه، ابزارهای UNA به‌طور اختیاری این امکان را فراهم می‌کنند که ساختمان‌ها طبق ویژگی‌های خاص خود ارزیابی شوند. در این خصوص، ساختمان‌ها ی حجیم‌تر، پرجمعیت‌تر یا به هر طریق مهم‌تر را می‌توان به‌نحوی مشخص کرد که دارای تأثیر بیشتری متناسب با اهمیت‌شان بر نتایج تحلیل باشند و نتایج دقیق‌تر و مطمئن‌تری برای هریک از مقیاس‌های مشخص‌شده ارائه دهند (سوتسوک و مکونن[3]، ۲۰۱۲، ص. ۲۹۱).

در تحقیق پیش‌رو سعی شده است مناطق جاذب سفر از منظر شهروندان بررسی شود و درنهایت، مسیرهای فعال پیاده‌محور برای بهسازی و بهبود کیفیت به‌منظور کمک به جنبش پیاده‌گستری و انسان‌محور کردن سیمای کلبدی شهر معرفی شود. به این منظور، این تحقیق در نظر دارد با استفاده از پرسشنامه و نظرات جامعه شهروندی و روش‌های تجزیه تحلیل و وزن‌دهی SAW وAHP و مدل تحلیل شبکه شهری[4] یا مخفف آن UNA، محورهای پیاده

1. City Form
2. Impedance
3. Sevtsuk & Mekonnen
4. Urban Network Analysis

فعال و جاذب سفر را که نقش مؤثری در انسان‌محور کردن سیمای شهرهای نوین امروزی دارند، شناسایی کند.

۲. پیشینهٔ تحقیق

در مطالعات صورت‌گرفته در زمینه پیاده‌راه‌ها، مسائل متعددی به‌منظور بهبود وضعیت پیاده‌روی و مطلوبیت مسیر حرکت پیاده در راستای تبیین ایده شهرهای انسان‌محور مطرح شده است که چند مورد از آن‌ها با محوریت جنبه مطلوبیت عملکردی پیاده‌راه ارائه می‌شود. کوئین‌هیوئی، کیانگ و مالا[1] (۲۰۲۱) با استفاده از ابزار پرسشنامه به بررسی رابطه بین فضای سبزراه شهری و افزایش فعالیت و بروز رفتار دوچرخه‌سواری در بین دانشجویان در شهر گوانگدونگ پرداختند. آن‌ها بیان کردند، فضا و محیط و رفتار دوچرخه‌سواری بسیار مرتبط هستند و بین آن‌ها همبستگی مثبت وجود دارد. دسترسی، پشتیبانی و خدمات از ویژگی‌های مؤثر در این فضا شناخته شدند (کوئین‌هیوئی و همکاران، ۲۰۲۱، ص. ۲۷۵). همچنین در این باره بر ارتباط متقابل پیاده‌راه‌ها با دیگر مسیرهای حمل و نقل شهری و ناکارآمدی یک‌جانبه‌گرایی در تردد شهری تأکید شده است و تردد پیاده باید برنامه‌ریزی برای انواع دیگر ترددها را در بر گیرد و در برنامه‌ریزی حمل و نقل درون‌شهری مد نظر قرار گیرد. مسیرهای پیاده باید به‌صورت شبکه‌ای به‌هم‌پیوسته، همه فعالیت‌های شهری را متصل کند؛ به‌طوری‌که دسترسی فرد پیاده به‌سهولت امکان‌پذیر باشد (قریب، ۱۳۸۳، ص. ۲۰). لیتمن[2] در پژوهشی به بررسی ارزش اقتصادی پیاده مداری پرداخت. وی بیان کرد، شیوه‌های حمل و نقل کنونی برای ارتقای پیاده‌مداری ناکارآمد است و ایجاد پیاده‌راه در کنار دیگر شیوه های تردد به افزایش حمایت عمومی از پیاده‌روی در شهر می‌انجامد (لیتمن، ۲۰۱۱، ص. ۳). میلارد–بل[3] نیز به تجزیه و تحلیل رفتار عابران پیاده و وسایل نقلیه موتوری پرداخت. او نتیجه گرفت، ازآنجاکه نفوذ وسایل نقلیه به قلب محله‌های شهری دشوار است، در این مناطق وسایل نقلیه تمایل دارند سرنشینان خود را در جاده‌ای شریانی در لبه محلات پیاده کنند (میلارد–بل، ۲۰۱۸،

1. Qinhui, Weiqiang & Maalla
2. Litman
3. Millard-Ball

ص. ۱۰)؛ بنابراین توجه به کاربری اراضی به‌منظور افزایش قابلیت پیاده‌مداری در شهرها از دیگر مسائل بررسی‌شده محققان این حوزه است. همچنین در این راستا، وصفی، دسگیوپتا، الورو و رز[1] (۲۰۱٦) در بررسی قابلیت پیاده‌روی در مناطق شهری بیان کردند، محله‌هایی که دارای امکانات رفاهی زیادی هستند و می‌توان به‌راحتی و بدون دسترسی به خودروی شخصی در آن ها زندگی کرد، بیشترین تأثیر را بر افزایش پیاده‌روی دارند؛ بنابراین استفاده از سیاست مدیریت کاربری اراضی از راهکارهای مؤثر در افزایش فعالیت پیاده‌روی در شهرهاست (وصفی و همکاران، ۲۰۱٦، ص. ۷). معینی (۱۳۸۵) در پژوهشی گسترده به بررسی چهارده طرح جامع در کشورهای اروپایی و آمریکا با هدف افزایش قابلیت پیاده‌مداری پرداخت. وی فضای دارای قابلیت پیاده‌روی را فضایی می‌داند که در کنار ویژگی‌هایی چون امکانات خوب برای عابران پیاده، شبکه ارتباطی پیوسته، کاربری‌های مختلط، همسایگی، سرزندگی و پایداری و منظر خیابانی با کیفیت، با قرارگیری در امتداد نقاط جاذب فرهنگی و اجتماعی باعث تقویت قابلیت پیاده مداری می‌شود (معینی، ۱۳۸۵، ص. ۱۳). سو[2] و همکاران (۲۰۱۹) نیز از ویژگی‌های یک مسیر مطلوب پیاده‌روی را در کنار شاخص‌هایی چون اتصال، قابلیت دسترسی، مناسب بودن، قابلیت سرویس‌دهی و قابل درک بودن، شبکه‌ای یکنواخت می‌دانند که پیوستگی خود را با انواع کاربری‌ها حفظ کرده و مبدأ و مقصد را به هم متصل می‌کند (سو و همکاران، ۲۰۱۹، ص. ٦۲). در این میان، اساسی‌ترین عنصری که باید در طراحی پیاده‌راه‌ها مدنظر قرار گیرد، انسان به‌عنوان محور اصلی شهرهای پیاده‌مدار است. درواقع، پیاده‌روی سالم‌ترین، پایدارترین و ارزان‌ترین نوع حمل و نقل دردسترس است؛ این در حالی است که برای ترغیب بیشتر شهروندان به انتخاب پیاده‌روی باید محیطی مناسب برای آن‌ها مهیا کرد. حرکت پیاده همواره با خواسته‌ها و نیازهای انسان درمی‌آمیزد و از پراهمیت‌ترین و ضروری‌ترین حقوق طبیعی استفاده‌کنندگان از فضای شهری تلقی می‌شود؛ به‌طوری‌که دیدگاه شهروندان و استفاده‌کنندگان درباره پیاده‌راه‌های شهری در زمره مهم‌ترین عوامل در عملکرد بهینه این مکان‌هاست (غلامی بیمرغ و دهقان جزی، ۱۳۹۸، ص. ۸۰). مارکیوت و گوآش[3]

1. Wasfi, Dasgupta, Eluru & Ross
2. Su
3. Marquet & Miralles-Guasch

(۲۰۱۵) بر اهمیت ایجاد شهرهای پیاده‌مدار و محیط‌هایی نزدیک برای تحرک روزمره تأکید کرده‌اند و معتقدند که الگوی حرکتی مردم در شهر می‌باید تحلیل شود. آن‌ها بیان می‌کنند که سفرهای کوتاه در شهر و درآمد افراد بر پیاده‌روی شهروندان مؤثر است (مارکیوت و گوآش، ۲۰۱۵، ص. ۲۵۸). وحدت و ایزدی (۱۳۹۵) با استفاده از ابزار پرسشنامه و مشاهده بیان کردند، استقبال و استقبال نکردن شهروندان از پیاده‌مداری در شهر تاحدود زیادی به ارزش-های کیفی و کمّی این فضاها وابسته است. فراهم کردن زمینه مناسب برای تسهیل و تشویق پیاده‌مداری شهروندان امری ضروری برای ارتقای قابلیت پیاده‌مداری است (وحدت و ایزدی، ۱۳۹۵، ص. ۹٤). سلطانی، گو، اوچوا پانیاگوا، سیوام و مک‌گینلی[1] (۱۳۹۷) به‌منظور ارزیابی نحوأ تأثیرپذیری تردد از کاربری‌ها و ساختمان‌های شهری از دو مدل تحلیلی چیدمان فضا و تحلیل شبکه شهری استفاده کردند. آن‌ها بیان کردند که این دو مدل تحلیلی همراه با هم می-توانند نواقص یکدیگر را پوشش دهند(سلطانی و همکاران، ۲۰۱۹، ص. ۳۲۱) . دزفولی و مقدم (۱۳۹۷) نیز از مدل تحلیل شبکه شهری برای ارزیابی جاذبه معابر شهری استفاده کردند (دزفولی و مقدم، ۱۳۹۷، ص. ۳۹).

درمجموع، اگر به سابقه پژوهش‌ها در رابطه با ارتقای کیفی پیاده‌راه‌ها و ارتقای پیاده مداری در شهرها بنگرید، باید گفت که تمام مسائل ذکرشده مواردی است که در برنامه‌ریزی شهری برای ارتقای پیاده‌مداری و ترغیب شهروندان به پیاده‌روی در شهرهای امروزی مطرح شده است؛ ازاین‌رو اگر بخواهیم جنبش پیاده‌مداری را در شهرهای امروزی بسط و توسعه دهیم، چاره‌ای نیست جز اینکه به فکر ارائه راهکارهایی باشیم تا انتظارات جامعه شهری در این راستا پاسخ داده شود و در کنار کشف نواقص وضعیت پیاده‌راه‌های موجود، به ارتقای بهبود کیفیت مسیرهایی پرداخته شود که تأمین‌کننده نیازهای شهروندان هستند و در حال حاضر، شرایط بالقوه جذب سفرهای روزانه شهروندان را دارند. با توجه به مسائل ذکرشده، در راستای ایده شهرهای پیاده‌محور، جنبه‌های متعددی از نظر کالبدی، عملکردی و معنایی در مطلوبیت مسیر پیاده‌روی مؤثرند که هرکدام نیازمند انجام مطالعه‌ای مستقل و بررسی موشکافانه است. تحقیق پیش‌رو با نیم‌نگاهی به اولویت‌ها و روزمرگی‌های تردد انسان

1. Soltani, Gu, Ochoa Paniagua, Sivam & McGinley

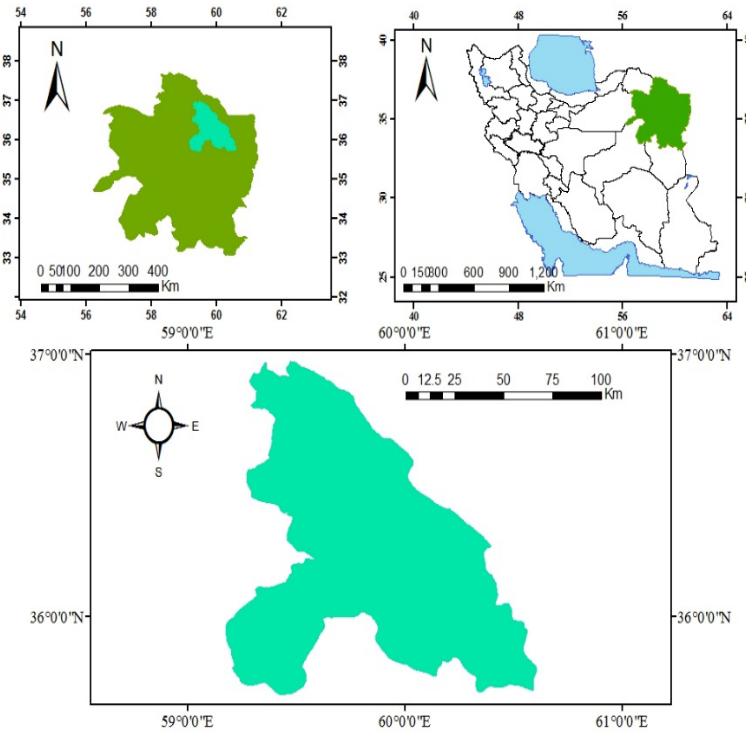
شهرنشین و تنها از بُعد عملکردی، به بررسی مطلوبت مسیرهای پیاده‌روی ازجمله جذابیت کاربری‌ها، فواصل دسترسی، توزیع عملکرد و... در کلان‌شهر مشهد پرداخته است.

۳. روش‌شناسی تحقیق

۳. ۱. منطقهٔ موردمطالعه

شهرستان مشهد واقع در استان خراسان رضوی به لحاظ موقعیت، از شمال به شهرستان کلات، از شمال غربی به درگز، از غرب به طرقبه شاندیز، چناران و نیشابور و از شرق به سرخس و تربت جام محدود می شود. کلان‌شهر مشهد مرکز شهرستان مشهد، در انتهای جنوبی دشت توس واقع شده و محدوده ای به وسعت ۱۸۵ کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده است که در شمال شرق استان خراسان رضوی قرار دارد (شکل ۱). این شهر در عرض جغرافیایی ٣٦ درجه و ۱۷ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۵ دقیقه واقع شده است و ارتفاع آن از سطح دریا ۹۷۰ متر است (اکبرزاده‌میری و همکاران، ۱۳۹۹، ص. ۲۰۰). در برآورد سال ۱۳۹۷ شمسی با جمعیت ۳۰٦۲۲٤۲ نفر و بعد از تهران با مساحتی حدود ۱۰۸۷٦۸ هکتار دومین کلان‌شهر بزرگ ایران است. این کلان‌شهر بر اساس تقسیمات اداری دارای ۱۳ منطقه، ۳۵ ناحیه و ۱۷۰ محله می‌باشد (عامری و مسلمان‌زاده، ۱۳۹۹، ص. ۲۰). کلان‌شهر مشهد از لحاظ زیست پذیری در سطح نامطلوبی قرار دارد. آمار خودروهای داخل شهر مشهد در طی سال‌های اخیر به شدت رشد کرده و بیش از چهار و نیم برابر افزایش یافته است، به طوری که از کمتر از ۲۰۰ هزار خودرو در سال ۱۳۸٤ به بیش از ۹۰۰ هزار دستگاه در سال ۱۳۹۸ رسیده است. بررسی شاخص کیفیت هوا یا AQI نشان می‌دهد که کیفیت هوای مشهد در سال‌های اخیر افت چشمگیری داشته است و برای جلوگیری از این روند کاهشی نیاز به مدیریت میزان تردد خودروها و تغییر نوع سوخت آن‌ها در این شهر کاملا احساس می شود(میری و همکاران، ۱۳۹۵، ص. ۱۳). با در نظر دگرفتن مسائل ذکر شده نیاز به توجه بیشتری بر مدیریت حرکت پیاده در این کلان‌شهر احساس می‌شود. هرچند پیاده‌روی پایه و اساس زندگی پرجنب و جوش شهری را تشکیل می‌دهد، اما در میان اولویت

شهرسازان و مسئولان امور شهری به عنوان یکی از انواع حمل و نقل در سیستم‌های رایج تردد برنامه ریزی شهری قرار ندارد (رانتالا[1] و همکاران، ۲۰۱٤، ص. ۷).



شکل ۱. موقعیت شهرستان مشهد در استان خراسان رضوی

مأخذ: ترسیم توسط نویسندگان، ۱٤۰۱

۳. ۲. روش تحقیق

در این مطالعه با استفاده از فرمول کوکران و طبق نظر کارشناسان گروه تحقیق، با توجه به شرایط اجتماعی حاکم بر زمان محدودیت‌های ناشی از ویروس کوید-۱۹، محدودیت زمان، هزینه و... در بین شهروندان، ٤۵۰ پرسشنامه به‌صورت تصادفی با توزیع نرمال در همه مناطق شهر مشهد توزیع شد. سپس با استفاده از روش‌های مرسوم و معمول وزن‌دهی و تجزیه و تحلیل چون AHP و SAW، نتایج به‌دست‌آمده از پرسشنامه‌ها بررسی شد. شایان ذکر است

1. Rantala

که تیم کارشناسی سه‌نفره روایی پرسشنامه‌های استفاده‌شده را تأیید کرد و با توجه به ضریب آلفای کرونباخ بیش از ۰/۷، درجه پایایی آن خوب ارزیابی شد. ارزش اماکن و مقاصد شهروندان با بررسی نظرات شهروندان و کارشناسان به‌صورت جداگانه و درنهایت با ترکیب و تجمیع این نظرات توسط روش SAW و AHP ارزیابی شد؛ به‌طوری‌که برای تعیین وزن توسط روش AHP با تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از نظرات ۱۰ تن از کارشناسان برنامه-ریزی شهری، از نرم‌افزار Expert Choice نسخه ۱۱ استفاده شد.

سپس نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها به‌عنوان وزن اماکن به مدل UNA معرفی شد. در مرحله بعد با استفاده از این مدل و با توجه به لایه‌های اطلاعات مکانی اماکن و معابر شهری، به تجزیه و تحلیل و استخراج شاخص‌های مؤثر در تحلیل مرکزیت فعالیت پرداخته شد. درنهایت پس از تحلیل همه شاخص‌های خروجی و فازی‌سازی آن‌ها، با توجه به منطق ارزیابی چندمعیاره یا MCE شاخص مرکزیت فعالیت به دست آمد. در گام نهایی با توجه به شاخص مرکزیت، مراکز جاذب فعالیت پیاده شناسایی شد و معابر نظیر آن به‌عنوان معابر فعال شهری معرفی شدند.

۳. ۳. روش ترکیب خطی وزن‌دار یا مجموع ساده وزنی (SAW)

این روش یکی از فنون جبرانی تصمیم‌گیری چندمعیاره است. در این روش پس از بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم، با استفاده از ضرایب وزنی معیارها، ماتریس تصمیم بی‌مقیاس وزن‌دار تشکیل شد و با توجه به این ماتریس، امتیاز هر گزینه محاسبه شد. در فن مجموع ساده وزنی (SAW) پس از تعیین ضریب اهمیت شاخص‌ها براساس نظرات تصمیم‌گیرنده یا استفاده از روش‌های تعیین وزن مثل AHP، با استفاده از میانگین موزون، ضریب اهمیت هریک از گزینه‌ها به دست می‌آید و بیشترین میزان آن‌ها به‌عنوان گزینه بهینه در نظر گرفته می‌شود. در این زمینه، چنانچه بردار W وزن اهمیت یک شاخص مفروض باشد و مناسب‌ترین گزینه A باشد، در این صورت A به‌صورت زیر به دست می‌آید (ملکی و مدئلو جویباری، ۱۳۹۵، ص. ۱۳۹).

$$\mathrm{A} = \left\{A_i \mid \max \sum_{j=1}^{n} w_i\, r_{ij}\right\}$$

و اگر $\Sigma Wj = 1$ باشد، در این صورت:

$$A = \left\{A_i \mid \max \frac{\sum_{j=1}^{n} w_i r_{ij}}{\sum w_j}\right\}$$

۳. ٤. روش مقایسه زوجی (AHP)

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از روش‌های تصمیم‌گیری است. AHP پاسخی بـه نیـاز بشر برای بررسی مسائل کیفی است که معیاری برای اندازه‌گیری نـدارد و همـواره در تصـمی گیری‌های ما همراه با مسائل کمّی ظاهر می‌شوند. این روش همچنین پیچیدگی‌هـای ناشـی از تأثیر عوامل مختلف بر مسئله را با تمرکز مرحله به مرحله بر این عوامل و سپس ترکیب کردن نتایج این بررسی‌هـا حـل مـی‌کنـد (قدسـی‌پـور، ١٣٨٤، ص. ٣٢). درواقـع، AHP مسـئله‌ای چندبعدی را به مسئله‌ای یک‌بعدی تبدیل می‌کند و تصمیم‌گیـری‌هـای پیچیـده را قابـل‌فهـم و مقایسه می‌کند. همچنین می‌توان از این خاصیت AHP بـرای ترکیـب و یکـی کـردن نظـرات پراکنده افراد با توجه به اهمیت نظر آن‌ها استفاده کرد. ایـن روش نـه‌تنهـا اهمیـت، برتـری و شباهت موضوعات، عوامل یا پدیده‌ها را با هم مقایسه می‌کند، بلکه میزان قدرت این عوامل را نیز به ما نشان می‌دهد. مدل‌های چندمعیاره به دو دسته کلی مدل‌های گسسته یا چندشاخصه و مدل‌های پیوسته یا چند هدفه تقسیم می‌شوند. مدل‌های چند شاخصه را به سـه دسـته روش-های بدون وزن‌دهی، روش‌های وزن‌دهی روی معیارها و روش‌های وزن‌دهـی روی گزینـه‌هـا تقسیم بندی می‌کنند (قدسی‌پور، ١٣٨٤، ص. ٣٢).

روش وزن‌دهی روی گزینه‌ها : در این روش که در پژوهش حاضر استفاده شـد، تـرجیح بین آلترناتیوها به‌صورت دو به دو (مقایسه زوجی) توسط تصمیم گیرنده بیان شـده و هـدف تعیین بهترین گزینه با استفاده از ترجیحات دو به دو بوده اسـت. سـنگ بنـای فراینـد تحلیـل سلسله‌مراتبی مقایسه‌های زوجی است. این روش به ما این امکان را می‌دهد که مسائل کیفی را که واحدی برای اندازه‌گیری آن‌ها وجود ندارد ارزیابی کنیم و بتوانیم آن‌ها را بـا مسـائل کمّـی مقایسه و ترکیب کنیم. این مقایسه‌ها ماتریسی را تشکیل می‌دهند که درایه‌هـای آن از مقایسـه عنصر هر سطر با عناصر ستون‌ها به دست می‌آید که عدد مدنظر با توجه به جدول ١ در نظـر گرفته می‌شود (قدسی‌پور، ١٣٨٤، ص. ٣٢).

جدول ۱. ارزش‌گذاری قضاوت شفاهی (کیفی)

مأخذ: قدسی‌پور، ۱۳۸٤

اهمیت یک معیار به دیگری	مقدار عددی
کاملاً مطلوب‌تر	۹
اهمیت خیلی قوی	۷
اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مهم‌تر یا مطلوب‌تر	۳
اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
اهمیت یا مطلوبیت بین فواصل فوق	۲،٤،٦

۳. ۵. مدل تحلیل شبکه شهری[1]

فرایند تحلیل شبکه توسط مدل UNA تا رسیدن به نتیجه نهایی از شش گام تشکیل شده است.

۳. ۵. ۱. تعیین کاربری‌های مقصد سفر

اولین گام در روش تحلیل شبکه شهری توسط مدل UNA، تهیه لایه نقطه‌ای و پلیگون-های مقصد سفر است که می‌باید به نرم‌افزار معرفی شود. در این تحقیق، آماده‌سازی اطلاعات مکانی خدمات و کاربری‌های جاذب حرکت پیاده از میان لایه کاربری اراضی پایگاه اطلاعات مکانی شهر مشهد صورت گرفت و اماکن خدمات و مراکز جاذب حرکت پیاده و فعال سطح شهر به‌عنوان مقاصد سفر انتخاب شدند.

۳. ۵. ۲. ارزش‌گذاری لایه اماکن شهری

به‌منظور ارزش‌گذاری و تعیین سطح گرانش و جاذبه هر مکان به‌صورت اختصاصی، در این گام می‌توان برای هر کاربری وزنی تعیین کرد که در پژوهش پیش‌رو با توجه به وزن‌های به‌دست‌آمده در جدول ۲ و با توجه به تعداد و وسعت هر کاربری، وزن هر سایت شهری در کلان‌شهر مشهد با رابطه (۱) پیشنهادی ارزش کاربری محاسبه شد.

1 Urban Network Analysis

رابطه (۱): ارزش کاربری

$$Vp = Ap * Wp$$

که در این رابطه، A مساحت کاربری و W وزن کاربری است؛ برای مثال، اگر یک کاربری پارک و بوستان شهری دارای مساحتی برابر با ۱۰۰۰ مترمربع باشد، ارزش این کاربری برابر است با:

۱۰۰۰ * ۰/۲۱ = ۲۱۰

۳. ۵. ۳. لایه شبکه راه‌های شهری

یکی از گام‌های مهم در تحلیل شبکه شهری، ساخت لایه توپولوژی یا پیوند هندسی از معابر موجود در سطح شهر است؛ به‌طوری‌که در مدل وضعیت و مکان عوارض نسبت به یکدیگر مشخص شود و براساس آن بتوان تجزیه و تحلیل‌های مرتبط را انجام داد. به این منظور، شبکه راه‌ها و معابر شهری به ابزار تحلیل شبکه معرفی شد و لایه توپولوژی عوارض خطی ایجاد شد که در آن عوارض خطی به لبه و گره تبدیل شد و نرم‌افزار نسبت به فاصله جغرافیایی عوارض هوشمند شد.

۳. ۵. ٤. تعیین شاخص مرکزیت

بعد از آماده‌سازی پیش‌نیازهای اجرای مدل UNA، برای استخراج شاخص مرکزیت فعالیت، با معرفی لایه نقطه‌ای کاربری‌های ارزش‌گذاری می‌شود و لایه شبکه معابر به جعبه‌ابزار UNA، بررسی برهم‌کنش مراکز فعالیت توسط پنج معیار دسترسی، جذابیت یا گرانش، درمیان مسیر بودن یا بینابینی بودن، نزدیک هم بودن و سرانجام سرراست یا مستقیم بودن، به‌طور جداگانه برای تمامی مراکز فعالیت معرفی‌شده انجام می‌شود. درنهایت، با استانداردسازی نتایج، مجموع ارزش‌های به‌دست‌آمده به‌عنوان ارزش شاخص مرکزیت استفاده می‌شود. در ادامه نحوه محاسبه هرکدام از شاخص‌ها به‌تفکیک شرح داده می‌شود.

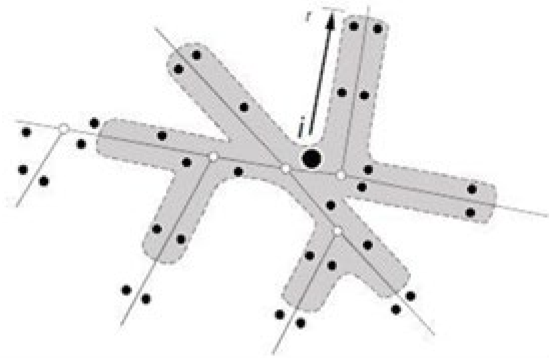
مقیاس دسترسی: در زمان پیاده‌روی در خیابان‌ها، چند محل در یک مسافت خاص از محل آغازین (مبدأ) وجود دارد**.** مقیاس دسترسی تعداد ساختمان‌های اطراف را در بر می‌گیرد

که هر ساختمان در شعاع جست‌وجوی فرضی در شبکه به آن‌ها دسترسی دارد. این مقیاس براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$Reach[i]^r = \sum_{j \in G-\{i\}, d[i,j] \leq r} W[j]$$

در این فرمول، r شعاع جست‌وجو، w[j] وزن گره j و d [i,j] مسافت کوتاه‌ترین مسیر بین گره‌های j و i در گروه G است. گروه G همه گره‌های موجود در شعاع r را در بر می‌گیرد.

یک بافر از هر ساختمان در هر جهت از شبکه خیابان ردیابی می‌شود تا شعاع محدودکننده r به دست آید. شاخص دسترسی معادل تعداد مقصدهای j (نقاط سیاه کوچک‌تر) است که در درون شعاع شبکه خیابان یافت می‌شوند (شکل ۲) (سوتسوک و مکونن، ۲۰۱۲، ص. ۲۹٦).



شکل ۲. نحوه برآورد مقیاس دسترسی

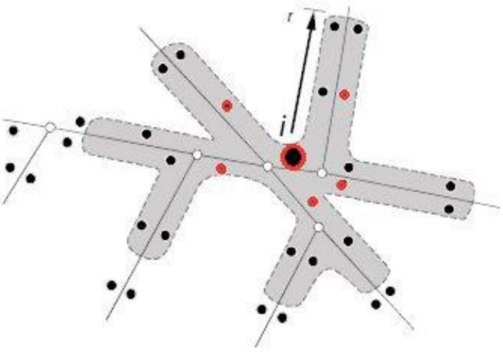
مأخذ: سوتسوک و مکونن، ۲۰۱۲

مقیاس مرکز ثقل[1]: شاخص نوع جاذبه یا جذابیت مقصدها قابلیت دسترسی در ساختمان i متناسب با جذابیت (وزن) مقصدهای j در اطراف i را نشان می‌دهد و با مسافت‌های بین i و j تناسب معکوس دارد. شاخص نوع جاذبه، جذابیت مقصدها (j ها) و همچنین مقاومت (مانع) فضایی سفر را که برای دسترسی به آن مقصدها لازم است، در مقیاسی ترکیبی از قابلیت دسترسی i و j به‌شکل فرمول زیر در نظر می‌گیرد.

1. Gravity

در این فرمول، r شعاع جست‌وجو، W [j] وزن مقصد j و d [i , j] مسافت ژئودزی بین ساختمان های i و j و β توان تعدیل اثر تنزل مسافت است (سوتسوک و مکونن، ۲۰۱۲، ص. ۲۹۷).

$$Gravity(i)^r = \sum_{j \in G-\{i\}, d[i,j] \le r} \frac{W[j]}{e^{\beta . d[i,j]}}$$



شکل ۳. نحوه برآورد مقیاس گرانش

مأخذ: سوتسوک و مکونن، ۲۰۱۲

شاخص نزدیکی[1]: این شاخص برای هر نقطه از طریق کوتاه‌ترین مسیرها به گره‌های مجاور اندازه‌گیری می‌شود. این گره‌ها در تقاطع خیابان‌ها واقع می‌شوند. معکوس مسافت مجموع لازم برای دسترسی از آن ساختمان به همه ساختمان‌ها، در سیستم درون شعاع جست‌وجو و در طول کوتاه‌ترین مسیرها تعریف می‌شود. مقیاس نزدیکی براساس فرمول زیر مشخص می‌کند که یک ساختمان تا چه اندازه به سایر ساختمان ها درون یک آستانه فاصله فرضی، نزدیک است.

$$closeness(i)^r = \frac{1}{\sum_{j \in G-\{i\}, d[i,j] \le r} (d[i,j] . W[j])}$$

در این فرمول، r شعاع جست‌وجو، d[i,j] مسافت کوتاه‌ترین مسیر بین گره‌های i و j و W[j] وزن ساختمان مقصد j است (سوتسوک و مکونن، ۲۰۱۲، ص. ۲۹۸).

1. Closeness

مقیاس بینابینی[1]: مقیاسی است که می‌توان برای تخمین میزان پیاده‌روی در یک محل به کار برد. بینابینی برای یک ساختمان به‌صورت کسری از کوتاه‌ترین مسیرها بین جفت‌های دیگر ساختمان‌ها در شبکه تعریف می‌شود که از ساختمان i عبور می‌کنند؛ بنابراین استفاده از انتخاب تحلیل بینابینی به کاربر امکان کنترل مبدأها و مقصدهای گردش به‌کاررفته در یک تحلیل بینابینی را در زمان محاسبه نتایج برای تمام ساختمان‌ها و نه‌فقط ساختمان انتخاب‌شده می‌دهد (سوتسوک و مکونن ، ۲۰۱۲، ص. ۲۹۸). لازم است ذکر شود، مقیاس بینابینی براساس فرمول زیر احتمال رفت و آمد و عبور از یک ساختمان را مشخص می‌کند، اما مقیاس نزدیکی مشخص می‌کند که یک ساختمان تا چه اندازه به سایر ساختمان ها درون یک آستانه فاصله فرضی نزدیک است.

$$Betweenness\ (i)^r = \sum_{j,k\in G-\{i\},d[j,k]\le r} \frac{n_{jk[i]}}{n_{jk}}.W[j]$$

در این فرمول، r شعاع جست‌جو، $n_{jk[i]}$ تعداد کوتاه‌ترین مسیرها از گره j به گره k و n_{jk}تعداد کل مسیرهای کوتاه از j به k است (سوتسوک و مکونن ، ۲۰۱۲، ص. ۲۹۸).

مقیاس مستقیم بودن[2]: میزان مستقیم بودن مسیرها از یک محل به سایر گره‌های مدنظر را بیان می‌کند. معمولاً مردم مسیرهایی با پیچ کمتر را ترجیح می‌دهند. این مقیاس، انحراف‌های مثبت در مسافت‌های سفر را در نظر می‌گیرد که ناشی از محدودیت‌های هندسی شبکه خیابان در مقایسه با مسافت‌های خط راست در یک پلان بدون مشخصه‌اند. مقیاس مستقیم بودن براساس فرمول زیر توضیح می‌دهد که کوتاه‌ترین مسیرها از یک گره مدنظر به سایر گره‌ها در سیستم، تا چه اندازه به مسیرهای اقلیدسی مستقیم نزدیک هستند (سوتسوک و مکونن ، ۲۰۱۲، ص. ۲۹۹). شاخص مستقیم بودن اساساً طول ارتباطات کوتاه‌ترین مسیر از هر ساختمان به نقاط اطراف j را در مقایسه با مسافت خط مستقیم توضیح می‌دهد. طبیعی است که با طولانی‌تر شدن فاصله بین گره‌ها، تفاوت بین مسافت شبکه و مسافت خط مستقیم به‌تدریج کاهش می‌یابد.

1. Betweenness
2. Straightness

$$straightness(i)^r = \sum_{j\in G-\{i\},d[i,j]\le r} \frac{\delta[i,j]}{d[i,j]}.W[j]$$

در این فرمول، r شعاع جست‌جو، $\delta(i,j)$ فاصله اقلیدسی خط راست بین ساختمان‌هـای i و j و $d(i,j)$ کوتاه‌ترین مسافت شبکه بین ساختمان‌های یکسان است (سوتسـوک و مکـونن، ۲۰۱۲، ص. ۲۹۹).

۳. ۵. ۵. اتصال فضایی شاخص مرکزیت به معابر

در این مرحله با محاسبه شاخص مرکزیت برای تمامی کـاربری‌هـای سـطح شـهر، ارزش شاخص مرکزیت توسط ابزارهای اتصال جـدول توصـیفات براسـاس مکـان عارضـه ازقبیـل Spatial Join به معابر سطح شهر متصل می‌شود.

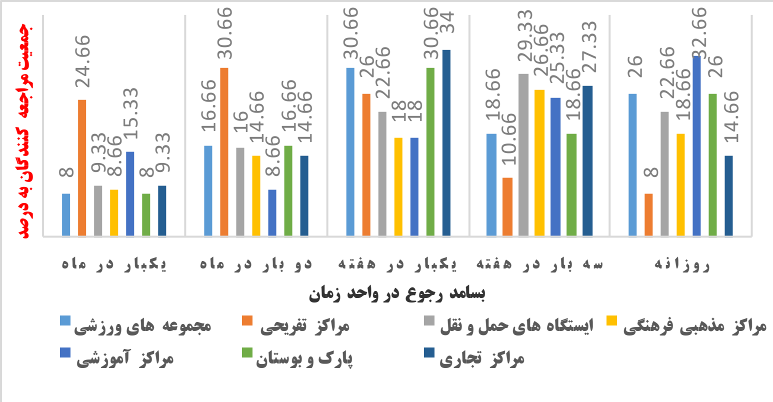
۳. ۵. ٦. طبقه‌بندی معابر براساس شاخص مرکزیت

درنهایت، همه معابر طبقه‌بندی شده و طبقات پرجاذبه از منظر تردد پیاده معرفی می‌شوند.

٤. یافته‌های تحقیق

٤. ۱. ارزش‌گذاری اماکن و کاربری‌های مختلف شهری

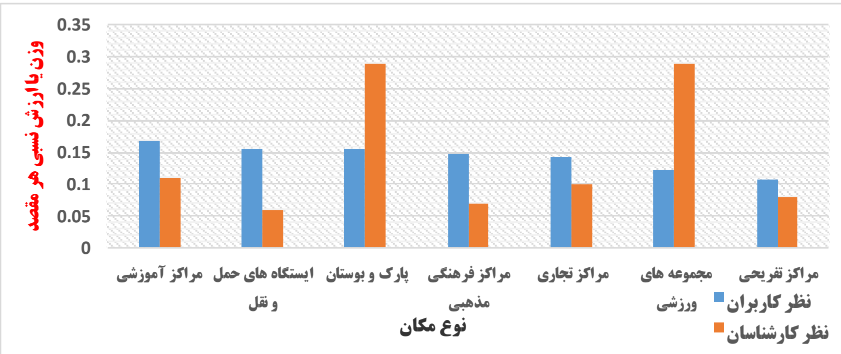
ارزش‌گذاری توسط کاربران: با توجه به بررسی بسامد زمانی تردد افراد به اماکن مقصد و با درنظرگرفتن وزن برای میزان‌های متفاوت رجوع به مقاصد مختلف، رتبه‌بندی صورت گرفته است؛ به‌طوری‌که با افزایش میزان مراجعه به مقاصد مشخص شده در پرسشنامه، وزن آن مکان افزایش می‌یابد. همان‌طورکه گفته شد، به‌منظور رتبه‌بنـدی در ایـن مرحلـه از روش وزن‌دهـی SAW استفاده شده است. با توجه به بررسی تـردد روزانـه افـراد به‌صـورت پیـاده بـه امـاکن مختلف شهری (شکل ٤) مشخص شد که بیشترین تردد به‌سمت اماکن آموزشی چون مدارس و دانشگاه‌ها در سطح شهر روی می‌دهد کـه وزن بیشـتری را بـه خـود اختصـاص مـی‌دهـد. ایستگاه‌های حمل نقل عمومی نیز وزن زیادی را در این بررسی به خود اختصاص داده‌اند.



شکل ٤. پراکنش تردد به‌صورت پیاده به اماکن شهری

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ١٤٠١

همچنین پارک‌ها و بوستان‌های سطح شهر وزنی مشابه با ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی دارند. بالاتر قرار گرفتن مراکز فرهنگی مذهبی از دیگر گزینه‌های باقی‌مانده در این وزن دهی، نشان‌دهنده تأثیر فرهنگ ایرانی–اسلامی بر روش زندگی شهری در این منطقه است. به‌طورکلی باید گفت، مراکز آموزشی، فضاهای سبز و مراکز فرهنگی می‌توانند در برنامه‌ریزی جامع فعال‌سازی معابر شهری، نقش گره‌ها و مقاصد اصلی را داشته باشند؛ به‌طوری‌که انشعابات اصلی پیاده‌راه‌ها از این اماکن گسترش یابد.



شکل ٥. ارزش نسبی اماکن در اختصاص بیشترین بسامد سفرهای درون‌شهری به‌صورت پیاده

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ١٤٠١

ارزش‌گذاری توسط کارشناسان: همان‌طورکه پیش‌تر اشاره شد، وزن‌دهی در این مرحله توسط روش AHP با تجزیه تحلیل نتایج حاصل از نظرات ۱۰ تن از کارشناسان برنامه‌ریزی شهری حاصل شد. نتایج به‌دست‌آمده با نرخ سازگاری کمتر از یک در شکل ۵ مشاهده می‌شود. طبق نظر کارشناسان مشاهده می‌شود که بیشترین وزن را فضای سبز و مجموعه ورزشی به خود اختصاص داده‌اندو این دو گروه اختلاف وزنی زیادی با بقیه فضاهای ارزیابی‌شده دارند. به نظر می‌رسد، بهبود کیفیت و فعال‌سازی پیاده‌راه‌های شهری با هدف تفرجی و ورزشی به‌منظور ارتقای سلامت شهروندان، بیشتر مدنظر کارشناسان قرار گرفته است.

رتبه‌بندی نهایی: برای تعیین وزن و رتبه‌بندی نهایی اماکن و فضاهای شهری، نتایج به‌دست‌آمده از هر دو گروه کارشناسان و کاربران، استاندارد و تلفیق شد. نتایج نشان می‌دهد، کاربری‌هایی چون اماکن آموزشی، پارک‌ها و بوستان‌ها و مجموعه‌های ورزشی، به‌ترتیب رتبه-های اول تا سوم را در این ارزش‌گذاری به دست آورده‌اند. مراکز تفریحی، مراکز فرهنگی مذهبی و مراکز تجاری نیز به‌ترتیب از کمترین درجه اهمیت برخوردارند و ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی نیز در میانه رتبه‌بندی قرار دارند (جدول ۲). در این رتبه‌بندی، همانند امتیاز جذب سفر در الگوریتم واک اسکولار استفاده‌شده در مطالعه کلانتر و شهابیان (۱۳۹۵) مراکز تفریحی کمترین ارزش را به خود اختصاص داده‌اند، اما مراکز تجاری که در رتبه‌بندی بیشترین میزان جذب را دارند، در رده میانی این رتبه بندی قرار دارند (کلانتر و شهابیان، ۱۳۹۵، ص. ۲۱٤). با توجه به این مسئله، لزوم کالیبره کردن جاذبه مناطق در هر منطقه مطالعاتی ضروری است.

جدول ۲. وزن نهایی مقاصد بررسی‌شده در پیاده‌روی با توجه به تلفیق ارزش‌های استاندارشده کارشناسان و کاربران

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۱

اماکن و مقاصد پرتردد شهری	وزن گرانش نهایی هر مقصد
مراکز تفریحی	۰/۰٦
مراکز فرهنگی مذهبی	۰/۰۸

اماکن و مقاصد پرتردد شهری	وزن گرانش نهایی هر مقصد
مراکز تجاری	۰/۰۹
ایستگاه‌های حمل و نقل	۰/۱۲
مجموعه‌های ورزشی	۰/۱۸
پارک و بوستان	۰/۲۱
مراکز آموزشی	۰/۲٦

در بررسی مقاصد و نقاط مورد رجوع تفاوت‌های قابل‌تأملی در مقایسه نظرات کارشناسان و کاربران مشاهده شد (شکل ٥). با مقایسه هر سه رتبه‌بندی (رتبه‌بندی توسط کاربران، کارشناسان و تلفیق هردو گروه) مشخص است که مراکز آموزشی و بوستان‌ها از نظر هر دو گروه کاربران و کارشناسان فضاهایی هستند که بیشترین جاذبه و کشش را در شهر برای پیاده‌روی ایجاد می‌کنند. رتبه بعدی اهمیت از نظر کارشناسان به مجموعه‌های ورزشی اختصاص یافته است، اما نظر کاربران در این مورد ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی است که می‌توان این دو کاربری را نیز در فعال‌سازی پیاده‌راه‌ها به‌عنوان نقاط جاذب بعدی مد نظر قرار داد. علت این تفاوت دیدگاه بیشتر به نوع نگاه شهروندان و کارشناسان به مقوله پیاده‌راه‌های شهری مربوط است؛ چراکه شهروندان پیاده‌راه‌ها را به‌عنوان مکمل سیستم حمل و نقل عمومی می‌نگرند؛ این درحالی است که کارشناسان این راه‌ها را به‌عنوان سیستم مستقل حمل و نقل در شهر می‌بینند و درکنار آن با اولویت دادن به مجموعه‌های ورزشی، سعی در افزایش فعالیت فیزیکی شهرنشینان دارند. درمورد مراکز تفریحی چنین تفاوتی قابل‌مشاهده است. در شرایطی که از نظر کارشناسان جایگاه این مراکز در رتبه‌بندی میانه است و آن‌ها پیاده‌راه‌ها را راه ارتباطی و رسیدن به فضاهای تفریحی می‌دانند، اما از نظر شهروندان در کمترین میزان اهمیت قرار دارد؛ چراکه شهروندان پیاده‌روی را نوعی تفریح و تفرج می‌دانند و هویت مستقلی برای آن‌ها در این زمینه قائل هستند که گویی در امتداد قرار دادن دو تفریح در یک راستا در زندگی شهری امروزی با توجه به فشردگی زمان در شهر، به‌نوعی هدر دادن وقت است. درنهایت می‌توان به‌منظور ارتقای پیاده‌مداری با توجه به اولویت‌های به‌دست‌آمده از میزان گرانش کل

اماکن شهری، به‌عنوان مقاصد موردرجوع شهروندان در بهبود کیفیت پیاده‌راه‌ها به‌منظور فعال‌سازی آن‌ها بهره برد (جدول ۲).

٤. ۲. تحلیل شبکه شهری (UNA)

در گام نخست با توجه به لایه اطلاعات مکانی مشهد مراکز خرید، مراکز تفریحی، سالن-های تئاتر و سینما، موزه‌ها، مساجد، مدارس، دانشگاه‌ها، پارک‌ها، مجموعه‌های ورزشی، ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی به‌عنوان مکان‌هایی با بیشترین مطلوبیت برای جذب حرکت پیاده که حدود ۷۷٦۰ ساختمان و کاربری بودند، به‌عنوان لایه مقاصد در نظر گرفته شدند. سپس در راستای ارزش‌گذاری و تعیین سطح گرانش و جاذبه هر مکان، جهت افزایش دقت پژوهش و تعیین ارزش اختصاصی، با توجه به رابطه (۱) *ارزش کاربری* پیشنهادشده و وزن-های به‌دست‌آمده در جدول ۲، وزن اختصاصی برای هر ۷۷٦۰ کاربری موجود به دست آمد؛ به این ترتیب، علاوه بر اینکه هر نوع کاربری در مقایسه با دیگر کاربری ها دارای وزنی متفاوت شد، همه کاربری‌های یک گروه نیز از یکدیگر متمایز و دارای جاذبه اختصاصی شدند؛ به‌طوری‌که اگر در یک منطقه دو کاربری فضای سبز وجود داشته باشد یا دو مدرسه و فضای آموزشی دیده شود، با توجه به وسعت خود دارای قدرت جذب سفر بیشتری می‌شوند؛ این در حالی است که در مطالعه مشابه دزفولی و مقدم (۱۳۹۷)، به‌دلیل ارزش‌گذاری نشدن اختصاصی اماکن، تنها با افزایش تنوع کاربری در یک مسیر بدون توجه به ارزش اختصاصی هر کاربری، درعمل جاذبه بیشتری به آن مسیر اختصاص یافته است. درصورتی‌که با ارزش‌گذاری اختصاصی اماکن علاوه‌بر تنوع کاربری‌ها، ارزش هر کاربری می‌تواند در ایجاد جاذبه آن مسیر مؤثر باشد. همچنین در مطالعه سلطانی و همکاران (۲۰۱۹)، برای تخصیص ارزش به هر ساختمان از چگالی آن ساختمان استفاده شد که این کار مستلزم استفاده از دیگر روش‌های ارزیابی در کنار روش NUA و تکمیل نتایج آن است. همچنین ممکن است ساختمانی به‌رغم حجم زیاد به‌دلیل کاربری شخصی موردرجوع شهروندان نباشد و علاوه بر این، انواع کاربری‌های جاذب سفر از دیدگاه شهروندان با وزنی یکسان در نظر گرفته می‌شود.

در گام بعدی با معرفی لایه شبکه راه‌ها و معابر شهری به ابزار تحلیل شبکه و ایجاد لایه توپولوژی عوارض خطی، قدرت تجزیه و تحلیل موقعیت عوارض و اماکن نسبت به هم و با

توجه به فواصل تعریف‌شده در شبکه راه، برای نرم‌افزار ممکن شد. پس از معرفی ورودی‌های مدل تحلیل شبکه شهری (لایه نقطه‌ای کاربری‌های ارزش‌گذاری شده و لایه شبکه معابر) به جعبه‌ابزار UNA برای استخراج شاخص مرکزیت فعالیت، فاصله ۵۰۰ متری معادل ۱۰ دقیقه پیاده‌روی، به‌منظور بررسی برهم‌کنش مراکز فعالیت در نظر گرفته شد که با توجه به مطالعات پیشین، این فاصله معقول به نظر می‌رسد (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۹؛ دزفولی و مقدم، ۱۳۹۷) و پنج معیار دسترسی، جذابیت یا گرانش، درمیان مسیر بودن یا بینابینی بودن، نزدیک هم بودن و سرراست یا مستقیم بودن، به‌طور جداگانه برای تمامی مراکز فعالیت معرفی‌شده به دست آمد (شکل‌های ٦ تا ۱۰). استدلال استفاده‌شده در این محاسبه این بود که عوارض با فاصله ۱۰ دقیقه پیاده‌روی امکان تأثیر بر یگدیگر را دارند و افزایش قدرت جذب یک مسیر را افزایش خواهند داد. همچنین با استانداردسازی نتایج، قابلیت تجمع ارزش مقیاس‌های هر مکان به‌صورت جداگانه برای همان مکان فراهم شد و مجموع ارزش مقیاس‌های آن به‌عنوان ارزش شاخص مرکزیت فعالیت هر کاربری تعیین شد (شکل ۱۱). علت استفاده از مجموع مقیاس‌ها در تعیین جاذبه یک مکان، تأثیر متناسب و یکسان پنج مقیاس ذکرشده در خروجی نهایی است؛ این در حالی است که در مطالعات پیشین از تک‌تک پارامترهای شاخص مرکزیت به‌صورت تفکیک‌شده استفاده شده است و هم‌زمان پنج مقیاس در تعیین جاذبه ساختمان‌ها مؤثر نیستند (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۹؛ سوتسوک و مکونن، ۲۰۱۲) و به نحوه محاسبه شاخص مرکزیت اشاره نشده است و مشخص نیست که خروجی‌های نهایی بیشتر متأثر از کدام‌یک از مقیاس‌های ارزیابی هستند (دزفولی و مقدم، ۱۳۹۷).



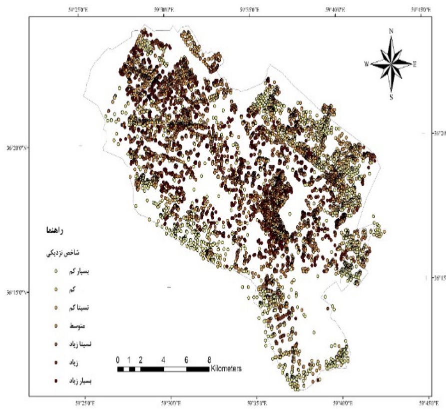
شکل ٦. نقشه فازی‌شده ارزش شاخص گرانش ۷۷٦۰ کاربری شهری

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۱



شکل ۷. نقشه فازی‌شده ارزش شاخص دسترسی ۷۷٦۰ کاربری شهری

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۱



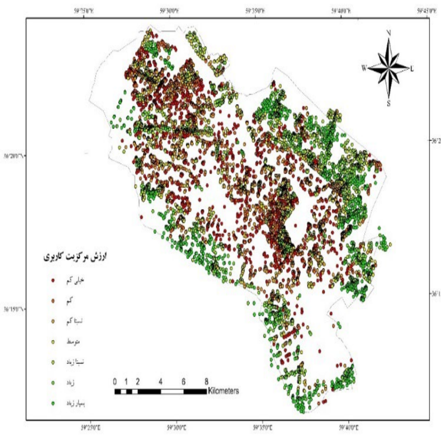
شکل ۸. نقشه فازی‌شده ارزش شاخص نزدیکی ۷۷٦۰ کاربری شهری

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۱



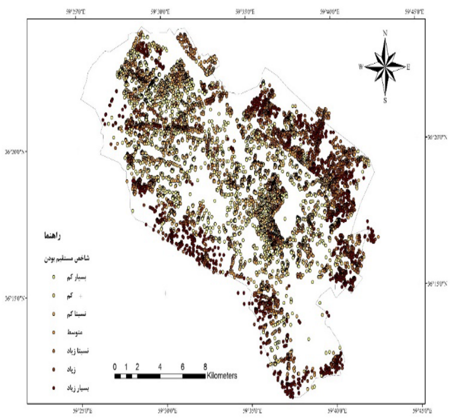
شکل ۹. نقشه فازی‌شده ارزش شاخص بینابینی ۷۷٦۰ کاربری شهری

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۱



شکل ۱۰. نقشه نهایی ارزش شاخص مرکزیت ۷۷٦۰ کاربری شهری

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۱



شکل ۱۱. نقشه فازی‌شده ارزش شاخص مستقیم بودن ۷۷٦۰ کاربری شهری

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۱

پس از محاسبه شاخص مرکزیت برای تمامی کاربری‌های سطح شهر، ارزش شاخص مرکزیت با درنظرگرفتن فاصله ۱۰۰ متری (فاصله مرکز هر سایت تا محور معبر) به معابر سطح شهر متصل شد؛ به این ترتیب، امکان اثرگذاری جاذبه هر مکان تا فاصله ۱۰۰ متری از مرکز خود به معابر اطراف فراهم شد و برخی از کاربری‌ها که به چندین معبر دسترسی داشتند، توانستند ارزش مرکزیت خود را به‌درستی به تمامی معابر پیرامونی خود اختصاص دهند؛ به‌گونه‌ای‌که ارزش هر معبر برابر با برایند ارزش مکان‌های دردسترس آن معبر شد؛ این درحالی است که در مطالعه دزفولی و مقدم (۱۳۹۷) با درنظرگرفتن فاصله ۲۵ متری، درعمل امکان اثرگذاری اماکن با مساحت زیاد، در روند برنامه‌ریزی از دست رفته است که می‌تواند به‌دلیل کمی وسعت منطقه و کاربری‌های کوچک‌مقیاس موجود در منطقه مطالعه‌شده باشد؛ هرچند در این مطالعه به مساحت کاربری‌ها اشاره نشده است.

درنهایت، به‌منظور تفکیک‌پذیری و ایجاد تمایز بین معابر با توجه به تمرکز فعالیت در هر معبر طبقه‌بندی صورت گرفت. همان‌طورکه در شکل ۱۲ مشاهده می‌شود، طبقات با ارزش زیاد و بسیار زیاد به‌عنوان معابر پرجاذبه برای حرکت پیاده مشخص شدند.

درحالی‌که مطالعات پیشین وجود کاربری‌های متنوع (وصفی و همکاران، ۲۰۱٦) و درنظر گرفتن نیازهای روزمره شهروندان را از عوامل جذب سفر و انسان‌مدار کردن چهره شهرها دانسته‌اند (غلامی بیمرغ و دهقان جزی، ۱۳۹۸)، با توجه به نتایج این مطالعه و نحوه به‌کارگیری مدل UNA که امکان تشخیص جاذبه انواع کاربری‌ها را براساس تردد شهروندان ممکن می‌کند، مشخص شد که از مجموع حدود ۵۹ هزار کیلومتر معابر اصلی سطح شهر، حدود ۸۰۰۰ کیلومتر یعنی حدود ۱۵ درصد از معابر اصلی سطح این کلان‌شهر، دارای قابلیت جاذبه سفرهای پیاده روزانه در سطح با قابلیت جاذبه بسیار بالا و بالا هستند.

همچنین با توجه به نتایج مشخص شد، معابری که منتهی به مکان‌های شاخص آموزشی، پارک‌ها و فضاهای سبز وسیع تفریحی–ورزشی، مذهبی و توریستی هستند، ازجمله مسیرهای منتهی به حرم مطهر رضوی، دانشگاه فردوسی مشهد، پارک بزرگ ملت، مسیر کال چهل‌بازه، پارک کوه‌سنگی، باغ وحش و باغ وکیل آباد، بازارهای روز یکشنبه و چهارشنبه مجاور نمایشگاه بین‌المللی و یکشنبه‌بازار سیدی، کوه‌پارک خورشید و همه بازارچه‌های خرد سطح شهر ازجمله بازارچه‌های اطراف حرم مطهر و همه مسیرهای منتهی به مراکز آموزشی و مدارس سطح شهر، همه مسیرهای منتهی به مراکز تاریخی مذهبی که تمرکز بیشتری در خیابان‌های اطراف حرم مطهر دارند و بسیاری معابر خرد دیگر که مجموعه‌ای از این اماکن را در بر می‌گیرند، دارای سطح بالایی از ارزش تمرکز فعالیت هستند؛ بنابراین با تحلیل الگوی حرکتی شهروندان (مارکیوت و گوآش، ۲۰۱۵) توسط این جعبه‌ابزار و شیوه به‌کارگیری آن، در مناطقی از شهر که بیشترین رجوع و تردد صورت می‌گیرد، شاهد بیشترین جاذبه معابر شهری نیز هستیم؛ به این ترتیب، با توجه به شاخص عملکردی مناسب و قابل‌قبول می‌توانند به‌منظور بهسازی و بهبود ابعاد کالبدی و معنایی مسیر، در ایجاد محورهای مطلوب پیاده‌روی مدنظر برنامه‌ریزان شهری و شهرداری مشهد قرار گیرند.



شکل ۱۲. نقشه طبقه‌بندی مرکزیت شبکه معابر شهری

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۱

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این تحلیل نشان داد، استفاده از ابزار تحلیل شبکه شهری می‌تواند نقش درخور توجهی در تفکیک فضایی داشته باشد و قابلیت برنامه‌ریزی کلان شهری را برای برنامه‌ریزان و مدیران شهری فراهم آورد و افزایش دهد. همچنین استفاده از این جعبه‌ابزار می‌تواند به کمک برنامه‌ریزان شهری بیاید و نقش چشمگیری در صرفه‌جویی در زمان و هزینه اشل‌های بزرگ در تحلیل شکل فضایی شهر، الگوهای فعالیت، برنامه‌ریزی در رابطه با کاربری‌های مستقر در آن و برنامه‌ریزی حمل و نقل ایفا کند. استفاده از نظرها و دیدگاه‌های شهروندان در کنار استفاده از مساحت هر کاربری در این مطالعه، وجه تمایز این تحقیق با دیگر مطالعات مشابه است که قدرت تفکیک‌پذیری و ارزش‌گذاری اختصاصی هر کاربری را برای رسیدن به نتیجه نهایی فراهم آورده است؛ به‌طوری‌که با اطلاعات با دسترسی آسان چون مساحت کاربری‌ها در کنار میزان تردد افراد به آن‌ها، می‌توان تمایز درخور توجهی ایجاد کرد و ارزش اختصاصی هر

ساختمان یا کاربری را تعیین کرد. در صورتی که اگر تنها از شکل فضایی ساختار شهری جهت این تفکیک استفاده شود، کاربری‌هایی چون فضاهای باز آموزشی، تفریحی، پارک‌ها و غیره با وجود جاذبه زیاد بر برنامه‌ریزی نهایی تأثیرگذار نخواهند بود. نتایج نشان می‌دهد، حدود ۱۵ درصد از پیاده‌راه‌های محورهای اصلی شهری دارای قابلیت جذب سفرهای پیاده و جنبه عملکردی مطلوب هستند که در صورت ایجاد محور پیاده مطلوب و پرداختن به سایر جنبه‌ها می‌توان در جهت ارتقای سیمای کالبدی، معنایی و انسان‌محور کردن این کلان‌شهر گام مؤثری برداشت. در این میان، شاخص‌ترین مسیر شناسایی‌شده از اتصال مسیرهای منتهی به حرم مطهر رضوی، اماکن تفریحی-توریستی، پارک‌ها و فضاهای سبز شهری، اماکن تاریخی، مذهبی و تجاری شاخص سطح شهر و حومه آن است که می‌تواند یک مسیر ویژه و پیاده-محور توریستی-تفریحی در کل شهر ایجاد کند. مهیا کردن شرایط مساعد پیاده‌روی در نقاط جاذب فعالیت در کل شهر، توسعه عادلانه را برای عموم جامعه با در دسترس قرار دادن امکانات تفریحی و تفرجی در پی دارد و در ایجاد عدالت اجتماعی و آرامش روانی در جامعه شهری مؤثر خواهد بود. ازآنجاکه قرار نیست به‌یکباره شهر و شهروندانی که با زندگی کم‌تحرک شهری خو کرده‌اند، تغییر ذائقه دهند و ناگهان شهر انسان‌محور پدیدار شود، ما برای ایجاد شهر انسان‌محور ناگزیر به درنظرگرفتن رفتار، تمایلات، علایق و نیازهای حاکم بر زندگی حال حاضر شهروندان شهرهای امروزی هستیم. اگر قرار باشد تحولی در شهر صورت پذیرد، باید این تحول به‌مرور و همراه با بهبود کیفیت و ارتقای وضع موجود باشد.

پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی در صورت در دسترس بودن کیفیت مالکیت اراضی (خصوصی، عمومی، رضوی)، عرض پیاده‌راه‌ها، عرض خیابان‌ها، سیاست‌ها و ملاحظات تعریض معابر و دیگر لایه‌های پایه اطلاعاتی از سطح شهر، می‌توان به شبکه دقیق‌تری از مسیرهای پیاده‌محور دست یافت. با درنظرگرفتن نتایج این تحقیق می‌توان برنامه‌ریزی و ایجاد شبکه پیوسته‌ای از مسیرهای پیاده محور را همچون سبزراه‌ها و پارک‌های خطی را فراهم آورد که علاوه‌بر توجه به بعد عملکردی، به تقویت ابعاد معنایی و کلبدی مسیر می‌پردازند. به‌منظور ارتقای مدیریت و برنامه‌ریزی پیاده‌روی در کلان‌شهرها می‌توان از اولویت‌بندی مقاصد پرتردد شهروندان، توسط بسامد زمانی تردد آن‌ها استفاده کرد و با توجه به ویژگی‌های فرهنگی و

مذهبی و شرایط خاص آب هوایی هر شهر این برنامه‌ریزی را با توجه به منطقه موردمطالعه کالیبره کرد. در شبکه‌های پیاده‌محور جاذب پیاده‌روی می‌توان با پرداختن به ایجاد سبزینگی و اختصاص خط ویژه دوچرخه، جذابیت آن‌ها را چندین برابر کرد و چارچوب محکمی از شبکه فعال پیاده را در کل سطح شهر در ذهن شهروندان به تصویر کشید.

کتابنامه

۱. اکبرزاده میری، س. ز.، میرزایی، ر.، و اعرابی، ج. (۱۳۹۹). *طراحی مدرسه معماری با رویکرد آموزش مبتنی بر تجربه*. دانشکده هنر و معماری، دانشگاه خیام، مشهد.

۲. دزفولی، ر. ق.، و فرزادی مقدم، ن. (۱۳۹۷). تحلیل مطلوبیت مسیر برای عابر پیاده برمبنای توزیع فعالیتها با استفاده از ابزار تحلیل شبکه شهری مطالعه موردی محدوده مرکزی تهران. *هویت شهر*، *۳۵*(۱۲)، ۳۹–٤۹.

۳. روستایی، ش.، و ناصری، ر. (۱۳۹۸). ارزیابی قابلیت پیاده‌مداری معابر بافت تاریخی شهر مراغه. *دوفصلنامه علمی ـ پژوهشی پژوهش‌های بوم شناسی شهری*، *۱۰*(۱۹)، ۱۲۳–۱۳٤.

٤. عامری، ف.، و مسلمان زاده، س. (۱۳۹۹). *آمارنامه شهر مشهد سال ۱۳۹۸*. مشهد: معاونت برنامه ریزی و توسعه سرمایه انسانی شهرداری مشهد، دفتر آمار، پژوهش و مطالعات راهبردی،

۵. غلامی بیمرغ، ی.، و دهقان جزی، ا. (۱۳۹۸). قابلیت‌سنجی اجرای طرح پیاده‌مداری در بافت تاریخی شهری (موردشناسی: خیابان خواجه نصیر شهر گز بُرخوار). *فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری-منطقه‌ای*، *۹*(۳۲)، ۷۹–۹۸ .

٦. فرزادی‌مقدم، ن.(۱۳۹۷). تحلیل مطلوبیت مسیر برای عابر پیاده برمبنای توزیع فعالیتها با استفاده از ابزار تحلیل شبکه شهری (مطالعه موردی محدوده مرکزی تهران). هویت *شهر*، *۳۵*(۱۲)، ۳۹–٤۹.

۷. قدسی‌پور، س. ح. (۱۳۸٤). *مباحثی در تصمیم گیری چندمعیاره: فرایند تحلیل سلسله مراتبی* (چاپ چهارم). انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

۸. قریب، د. ف. (۲۰۰٤). امکان سنجی ایجاد مسیرهای پیاده و دوچرخه در محدوده تهران قدیم. *هنرهای زیبا*، *۱۹*، *۱۷–۲۸*.

۹. کلانتر،آ.، و شهابیان، پ. (۱۳۹۵). سنجش پیاده مداری محله‌های شهری با استفاده از شیوه واک اسکور (مورد مطالعاتی: محله پارک لاله و محله ایوانک). *معماری و شهرسازی آرمان شهر*، ۳۲، ۲۱۱–۲۲۳.

۱۰.معینی، م. س. م. م. (۱۳۸۵). افزایش قابلیت پیاده مداری، گامی به سوی شهری انسانی‌تر. *هنرهـای زیبا*، (۲۷)، ٦–۱۵.

۱۱.ملکی، س.، و مدئلو جویباری، م، (۱۳۹۵). سنجش و رتبه‌بندی کیفیت زندگی در استان مازندران با استفاده از تکنیک AHP و SAW، *جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۱*(٤)، ۱۳۳–۱٤۷.

۱۲.میری، م.، محمدی، ا.، نعمتی، س.، عبداله نژاد، ع.، و نیکـون، ع. (۱۳۹۵). بررسـی رونـد تغییـرات شاخص کیفیت بهداشتی هوا (AQI) در شهر مشهد با سامانه اطلاعـات جغرافیـایی(GIS). *مجلـه تحقیقات سلامت در جامعه، ۲*(۱)، ۱۲–۲۰.

۱۳.نیک پور، ع.، لطفی، ص.، و رضازاده، م. (۱۳۹۷). تحلیل رابطه میان فرم شهر و شاخص دسترسـی (مورد مطالعه: شهر بابلسر). *برنامه‌ریزی فضایی، ۷*(۳)، ۸۵–۱۰٦.

۱٤.وحدت، س.، و ایزدی، م. (۱۳۹۵). بررسی و تحلیل شـاخص‌های کیفـی ارزش‌هـای پیاده‌مـداری مسیرهای عابر پیاده با تأکید بر پیاده راه (نمونه موردی: محور تربیت تبریـز). *جغرافیـا و مطالعـات محیطی، ٤*(۱۳)، ۹۵–۱۱۲.

15.Litman,T. (2011). Economic value of walkability. *Victoria Transport Policy Institute, 1828*(1), 3–11.

16.Marquet, O., & Miralles-Guasch, C. (2015). The walkable city and the importance of the proximity environments for Barcelona’s everyday mobility. *Cities*, *42*(PB), 258–266.

17.Millard-Ball, A. (2018). Pedestrians, autonomous vehicles, and cities. *Journal of Planning Education and Research*, *38*(1), 6-12.

18.Monteiro, F. B., & Campos, V. B. G. (2012). A proposal of indicators for evaluation of the urban space for pedestrians and cyclists in access to mass transit station. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *54*, 637–645.

19.Qinhui, F., Weiqiang, W., & Maalla, A. (2021). The production and motivation mechanism of sports cultural memory space in urban greenway. *E3S Web of Conferences*, *276*, 1-5.

20.Rantala, T., Luukkonen, T., Karhula, K., Vaismaa, K., Metsäpuro, P., & Mäntynen, J. (2014). *Vitality from walking and cycling*. *Pykala*. Tampere University of Technology, Transport Research Centre Verne. Retrieved from https://doi.org/https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/116626/vitality_from_walking_and_cycling.pdf?sequence=2&isAllowed=y

21.Sevtsuk, A., & Mekonnen, M. (2012). Urban network analysis: A new toolbox for ArcGIS. *Revue Internationale de Géomatique, 22*(2), 287–305.

22.Soltani, S. Gu, N., Paniagua, J., Sivam, A., & McGinley, T. (2019). A computational approach to measuring social impact of urban density through mixed methods using spatial analysis. Paper presented at the *24th International*

Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, Victoria University of Wellington, Wellington, New Zealand

23. Su, S., Zhou, H., Xu, M., Ru, H., Wang, W., & Weng, M. (2019). Auditing street walkability and associated social inequalities for planning implications. *Journal of Transport Geography*, *74*, 62–76.
24. Wasfi, R. A., Dasgupta, K., Eluru, N., & Ross, N. A. (2016). Exposure to walkable neighborhoods in urban areas increases utilitarian walking: Longitudinal study of Canadians. *Journal of Transport and Health*, *3*(4), 440–447.